



Nature et origine des pierres et autres matériaux de construction et de décoration du site antique de Rirha- Maroc.

The nature and origin of stones and other building materials and decoration of the ancient site of Rirha -Morocco.

Charifa Khalki ¹, Rachida Mahjoubi ^{1,*}, Saïd Kamel ², Mohamed Kbiri Alaoui ³

¹UR. Géosciences de l'Environnement et du Patrimoine, Faculté des Sciences de Meknès (Maroc).

²Association MEDISTONE – Maroc (colloquemaure@gmail.com)

³Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Rabat – Maroc.

Received 29 Nov 2015, Revised 03 Mar 2016, Accepted 12 Mar 2016

*Corresponding author. E-mail: mahjoubirachida@yahoo.fr; Tel: (+212-6 61071287)

Abstract

The ancient site of Rirha is located on a bend of the Beht river in the Gharb plain in the northern part of Morocco. A petrographic study of materials from the site and of stones from around was undertaken to determine their facies. The site shows archaeological objects and adobe constructions of the Mauritanian time and buildings of stone and terracotta bricks of the Roman time. The most of carved or rubbles stones and of architectural objects are made of limestone or sandstone. Most of stones may come from the pre-Rif wrinkles area where occur limestones and Miocene sandstone. Lime mortar between rubble and coating are a mixture of lime and sand-gravel aggregate. The adobe or terracotta bricks are made of local stream sediments.

Keywords: building stone, brick, mineralogy, archaeomaterials, petrography, Rirha.

Résumé

Le site antique de Rirha est situé sur un méandre de la rivière Beht dans la plaine du Gharb au Maroc. L'étude pétrographique des matériaux du site et des pierres des reliefs voisins a permis de caractériser leurs faciès. Le site renferme des objets architectoniques et des constructions en briques de terre crue de l'époque maurétanienne, d'une part, et des bâtiments en pierre et en briques de terre cuite de l'époque romaine, d'autre part. Ces pierres, taillées ou sous forme de moellons de dimensions variées, sont majoritairement des calcaires et des grès. Les objets architectoniques sont aussi, en majorité, en calcaire et en grès. L'essentiel de ces pierres peut provenir des rides pré-rifaines qui contiennent des reliefs calcaires d'âge jurassique et des couches gréseuses d'âge miocène. Le mortier de l'assemblage des moellons et d'enduit est un mélange de chaux et de granulats sablo-graveleux. Les briques, aussi bien en terre crue que cuite, sont fabriquées à partir des sédiments fluviatiles locaux.

Mots-clés: pierre de construction, brique, mortier, mosaïque, minéralogie, archéomatériaux, pétrographie, Rirha, période romaine, période mauritanienne.

1. Introduction

Le site antique de Rirha se situe dans la plaine du Gharb, à huit km au nord de la ville actuelle de Sidi Slimane (Province de Kénitra) (figure. 1). Il occupe la presque île d'un méandre de la rive droite de la rivière Beht, et se présente sous la forme d'une colline triangulaire artificielle d'une dizaine d'hectares, étirée d'est en ouest (figure. 2). Les deux principales zones de fouille se situent sur les deux extrémités du site : l'une au nord ouest, connue sous le nom de Tell, et l'autre à l'extrémité nord est connue par l'Ensemble 1 (figure. 2). Le site de Rirha a été inscrit sur la liste du patrimoine culturel marocain en 2001. Ce site a fait l'objet de travaux et

d'investigations discontinus depuis les années 1920 [1], en 1955 [2, 3], entre les années 1980-1990 [4], en 1995 [5], et finalement au cours de la mission archéologique maroco-française de Rirha qui a débutée en 2004 [6]. Les résultats de cette dernière opération ont permis de distinguer trois phases principales d'occupation bien marquées :

- 1) une phase dite maurétanienne qui remonte au moins au Ve siècle av. J.-C., caractérisée par une architecture exclusivement en terre crue ;
- 2) une phase romaine (milieu du Ier-IIIe siècle apr. J.-C.), durant laquelle se développe un paysage urbain à la romaine : Domus avec des mosaïques, Enceinte, Voies, Thermes, etc... ;
- 3) une phase médiévale islamique (IXe-XIVe siècle) avec une réoccupation partielle des bâtiments d'époque antique, une extension de la zone d'habitat et le développement d'une activité potière.

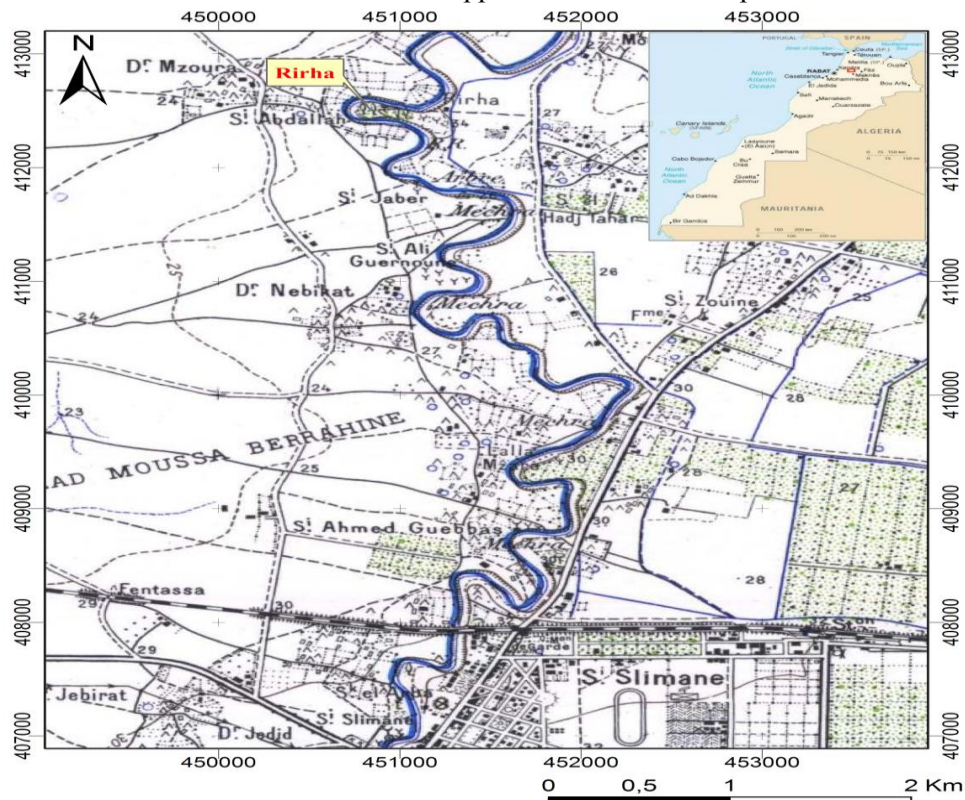


Figure 1 : Carte de localisation géographique du site Rirha extraite de la carte topographique de Sidi Slimane au 1/50 000 [7].

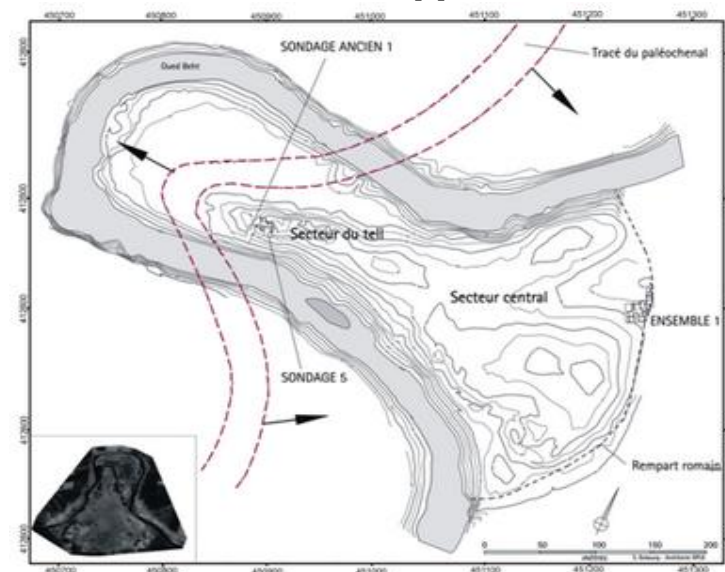


Figure 2 : Plan du site de Rirha avec la situation des zones de fouilles et des sondages [8].

La dizaine d'hectares qu'occupe le site n'a été que partiellement explorée, mais les zones et les points de fouille ouverts jusqu'ici permettent d'ores et déjà d'apprécier les matériaux employés dans les constructions et les objets archéotechniques.

Ainsi, ce travail se propose d'identifier et de caractériser les matériaux de construction, de décoration et des éléments architectoniques du site de Rirha non étudiés jusqu'à présent et d'en chercher l'origine, afin de proposer les techniques de restauration et de conservation les mieux adaptées. En effet avant d'entreprendre une restauration, l'architecte a besoin de connaître la nature des pierres qui constituent le monument, leurs couleurs respectives, leur dureté et des renseignements sur les carrières qui pourront lui fournir des pierres de substitution.

2. Matériels et méthodes

Les matériaux étudiés dans ce travail sont composés :

- d'une quarantaine d'éléments architectoniques sous forme de blocs taillés, de grands appareils, le plus souvent sculptés, retrouvés ou mis au jour en divers point du site (figure. 3 et 4).

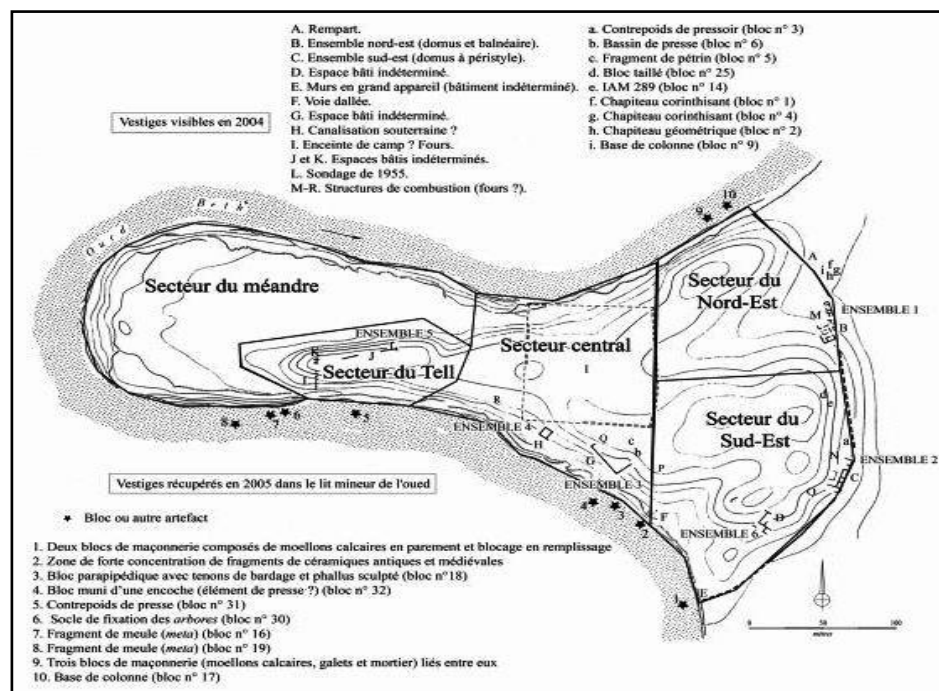


Figure 3 : Localisation des secteurs, des ensembles et des vestiges exhumés avant 2004 et en 2005 [9].

Il s'agit pour l'essentiel de découvertes anciennes lors des fouilles antérieures : pour les plus importantes, [10,11], [12], A. Akerraz et R. Rebuffat pour des campagnes de prospection le long de la vallée du Sebou dont Rirha, entre 1980 et 1990 [13,14]. Quelques blocs proviennent des campagnes menées depuis 2004 par Laurent Callegarin dans l'Ensemble 1 du secteur nord-est (figure. 3 et 4). Ces objets architectoniques comportent : cinq chapiteaux, huit bases de colonne, trois éléments de porte monumentale, un fragment de pilastre, un bloc d'inscription, une stèle, neuf blocs de grand appareil, un bloc de seuil, un fragment de cuve appartenant à un pressoir, un fût de colonne, trois fragments de meule, deux contrepoids de pressoir, un élément de pétrin. Cinq des blocs (7, 29, 30, 31 et 32), sous l'eau de la rivière, n'ont pu être intégrés dans cette étude, car inaccessibles lors de nos passages sur le site. A ces éléments s'ajoutent d'autres objets dégagés récemment dans l'Ensemble 1, notamment l'aire de presse d'une huilerie (41) en place, un contrepoids (42) et un fragment de meule (43).

- des matériaux de construction composés : de moellons prélevés sur les murs de l'époque romaine de la salle X dans l'Ensemble 1 (figure. 5), de mortier qui sert à assembler les moellons (mortier de hourdage) et à les enduire et à revêtir les murs des Thermes, de la brique cuite utilisée dans le bouchage des fenêtres et des portes et dans les Thermes et de la brique crue (adobe) prélevée sur les murs dans le secteur Tell (figure. 2 et 6) qui constitue le mode de construction dominant de l'époque maurétanienne..

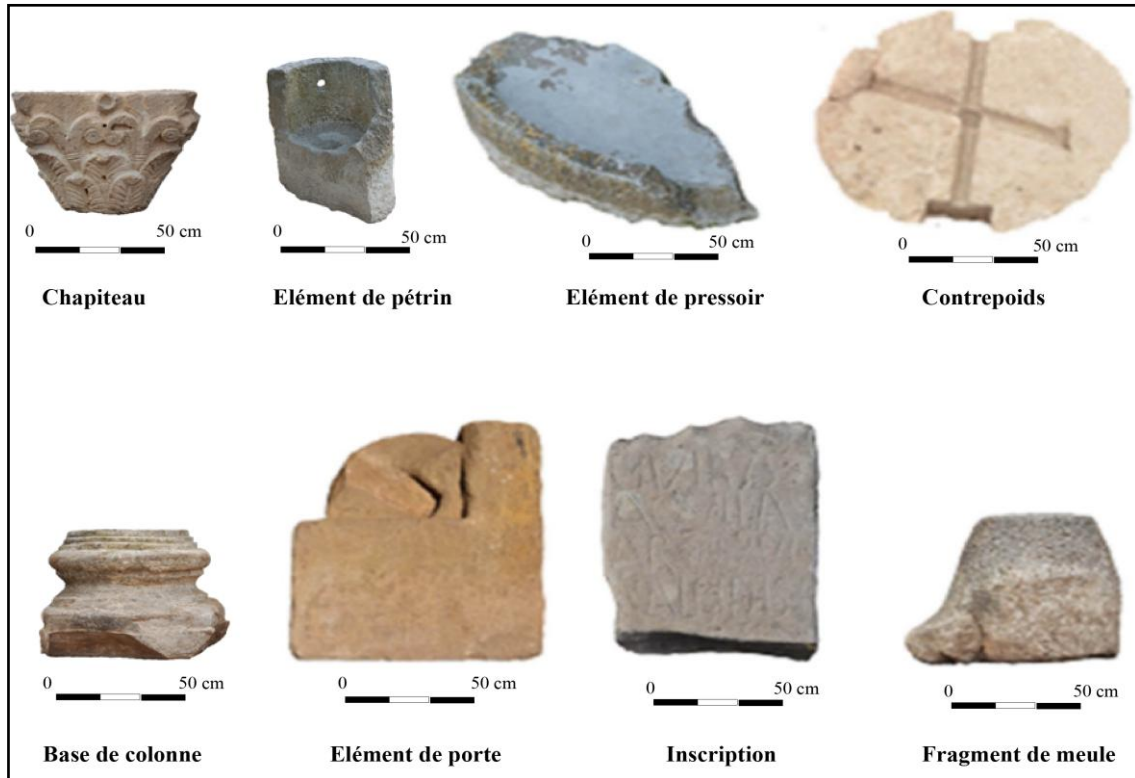
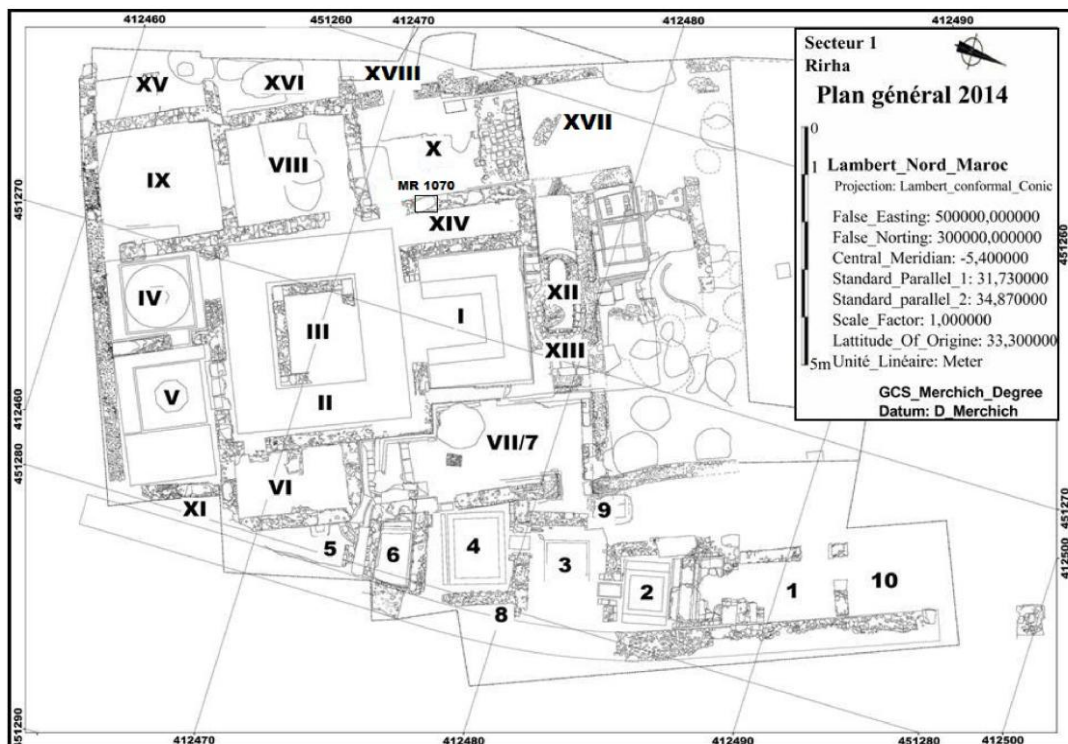


Figure 4 : Exemples d'éléments architectoniques (Mission Rirha 2012-2015).



Légende :

I: triclinium; II: Portique du péristyle; III: péristyle; IV: chambre; V: chambre; VI: dépendance; VII/7: balnéaire (*apodyterium et figidarium*); VIII: chambre; IX: chambre; X: salle sous-terrine; XII: four médiéval; XIII: escalier; XIV: couloir; XV: chambre; XVI: cuisine; XVII: chambre; XVIII: chambre; 10: réserve ou vestibule; 1: foyer (*praefurnium*); 2: salle chaude avec bassin; 3: pièce chaude sans bassin; 4: pièce moyennement chaude (tiède ou *tepidarium*); 6: bassin du *frigidarium*; 9: foyer (pièce de service); 5-8- XI: espaces vides entre les thermes et l'enceinte.

Figure 5 : Plan général de la Domus [15]

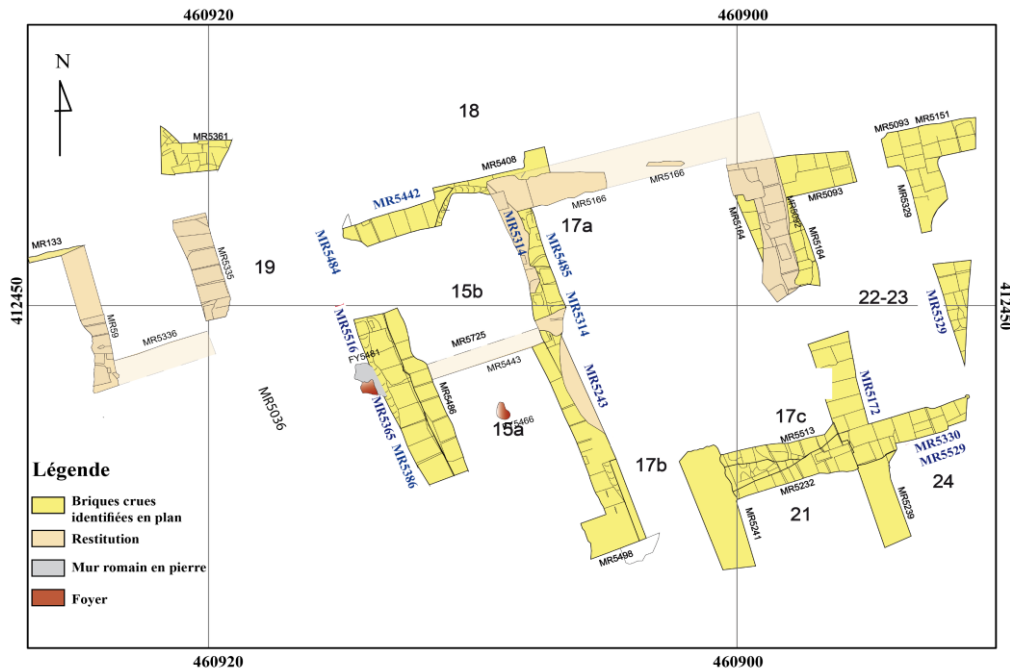


Figure 6: Relevé général des structures maurétaniennes de l'Ensemble 5 au Ier s. av. J. –C. [16] avec localisation en bleu des murs en adobe étudiés.

- des tesselles en pierre polie de la mosaïque qui tapisse le sol du Péristyle (salle III) de l'Ensemble 1 et de leur mortier d'assemblage (figure. 5 et 7).

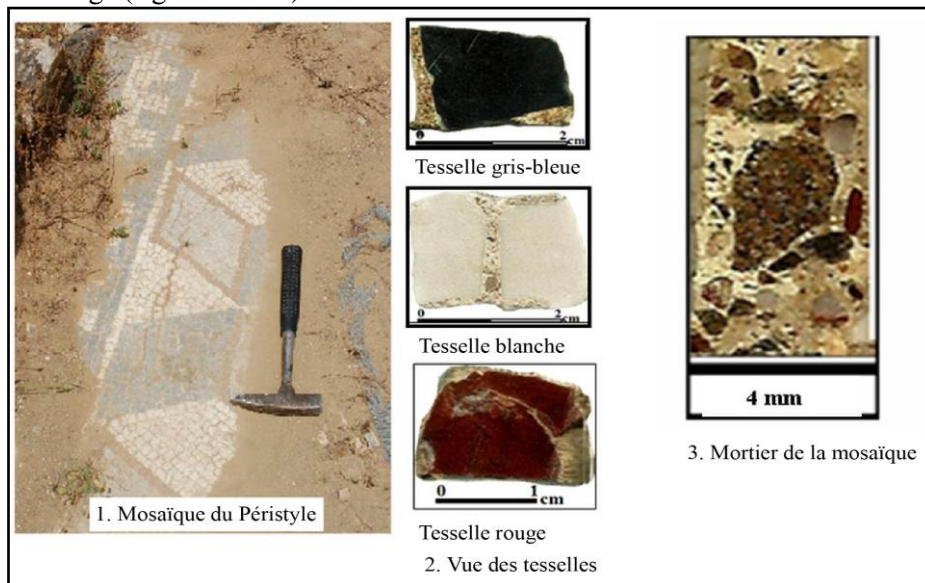


Figure 7 : Vue d'une mosaïque du péristyle (1), de tesselles (gris-bleue, blanche et rouge) (2) et du mortier de la mosaïque (3).

Pour chercher l'origine des matériaux utilisés dans la confection des briques crues, des briques cuites et des mortiers, nous avons échantillonné les sédiments des terrasses quaternaires anciennes (Rh ACE15.13) et actuelles (Rh Ar OB.13) d'oued Beht . Ce choix a été guidé par la présence des ratés de cuisson dans le site, qui est une preuve tangible de la présence d'une activité potière et de fabrication des briques cuites à partir des matériaux locaux du site Rirha.

Pour chercher l'origine des pierres de construction et de décoration, nous avons étudié les formations géologiques des rides pré-rifaines avoisinantes du site, notamment les formations miocènes et jurassiques de la ride d'Outita et de Moulay Yakoub Lhamma (figure. 8).

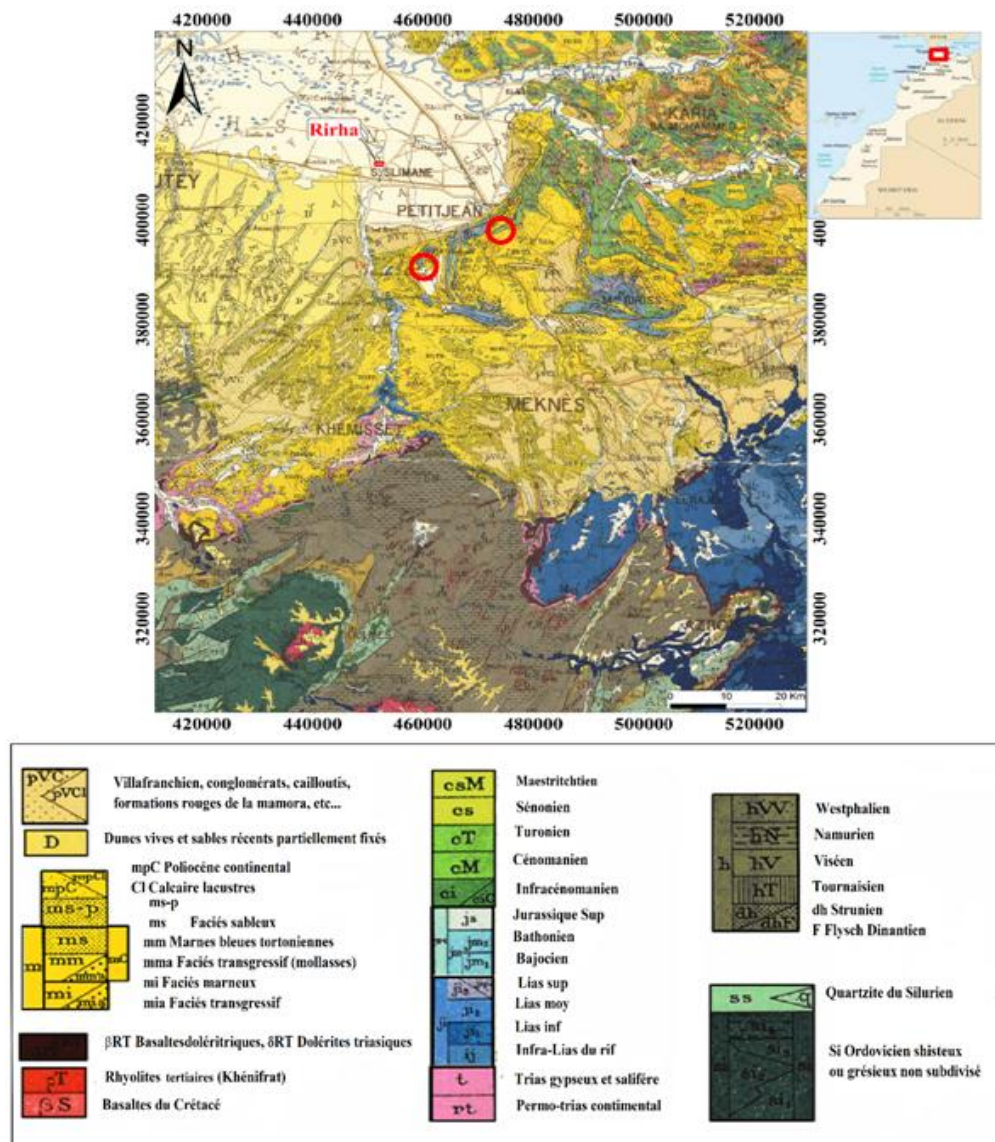


Figure 8 : Carte géologique du Bassin versant de la plaine du Gharb (extraite de la carte géologique, feuille Rabat au 1/500000). [17] avec localisation des échantillons prélevés (cercles rouges).

L'étude pétrographique des échantillons a été réalisée au microscope photonique en lumière naturelle (LPNA) et en lumière polarisée analysée (LPA). Cette étude a été réalisée directement sur les pierres des objets et des moellons de constructions et de décoration, sur les briques crues consolidés et sur des modelages expérimentaux préparés et consolidés au laboratoire à partir des sédiments des terrasses quaternaires d'oued Beht (Rh ACE15.13 et Rh Ar OB.13).

L'étude minéralogique de la fraction argileuse aux rayons X, a été effectuée par un diffractomètre de type LabX XRD-6100 (40 kV, 30 mA, CuK α), au Centre de Recherche de la Faculté des Sciences de Meknès. Les diffractogrammes ont été enregistrés entre 2° et 20° (en 2 θ). L'analyse des phases argileuses est basée sur la comparaison de trois diffractogrammes : état naturel, après saturation à l'éthylène glycol, après chauffage à 550 °C pendant 2h [18].

3. Résultats

3.1. Les éléments architectoniques

L'examen macroscopique des éléments a permis de distinguer vingt et un éléments en calcaire dont deux en calcaire coquillier, quatorze en grès et deux en basalte. Les bases de colonnes sont en calcaire ou en grès alors que les chapiteaux sont exclusivement en calcaire. Le tableau 1 récapitule les faciès des objets.

Tableau 1: Faciès des éléments architectoniques en pierre

| Calcaire | | Grès | | Lumachelle | Basalte |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 : chapiteau | 20 : bloc de grand appareil | 7. base de colonne | 33 : élément de presse | 3 : contrepoids | 16 : fragment de meule |
| 2 : chapiteau | 21 : bloc de grand appareil | 8 : base de colonne | 35 : sorte de plateau | 19 : fragment de meule | 43 : fragment de meule |
| 4 : chapiteau | 22 : bloc de grand appareil | 10 : élément de porte monumentale | 36 : base de colonne | | |
| 5 : élément de pétrin | 23 : bloc de grand appareil | 12 : élément de porte monumentale | 37 : base de colonne | | |
| 6 : élément de pressoir cuve | 23 : bloc de grand appareil | 14 : bloc | | | |
| 9 : base de colonne | 26 : chapiteau | 15 : base de colonne | | | |
| 11 : élément de porte monumentale | 27 : base de colonne | 17 : base de colonne | | | |
| 13 : fragment de pilastre | 34 : chapiteau | 18 : stèle de Phalus | | | |
| 15 : base de colonne | 41 : huilerie | 21 : bloc de grand appareil | | | |
| | 42 : contrepoids | 25 : bloc de grand appareil | | | |

Les microfaciès les plus fréquents dans les faciès gréseux sont les calcarénites à quartz, à bioclastes et à matrice carbonatée (molasses) (figure. 9-Bloc 12). Les microfaciès des pierres carbonatées rencontrés sont des calcaires à micrite recristallisée à pellets (figure. 9-Bloc 42), à bioclastes et à Foraminifères, des calcaires micritiques à Foraminifères, à lithoclastes, microsparitiques pelletoidales à Foraminifères (figure. 9-Bloc 15) et calcaire bioclastiques.

Le faciès volcanique des fragments de meule est un basalte vacuolaire avec des phénocristaux d'olivine et de pyroxène et des microlites de feldspaths noyés dans un verre (figure. 9-Bloc 16).

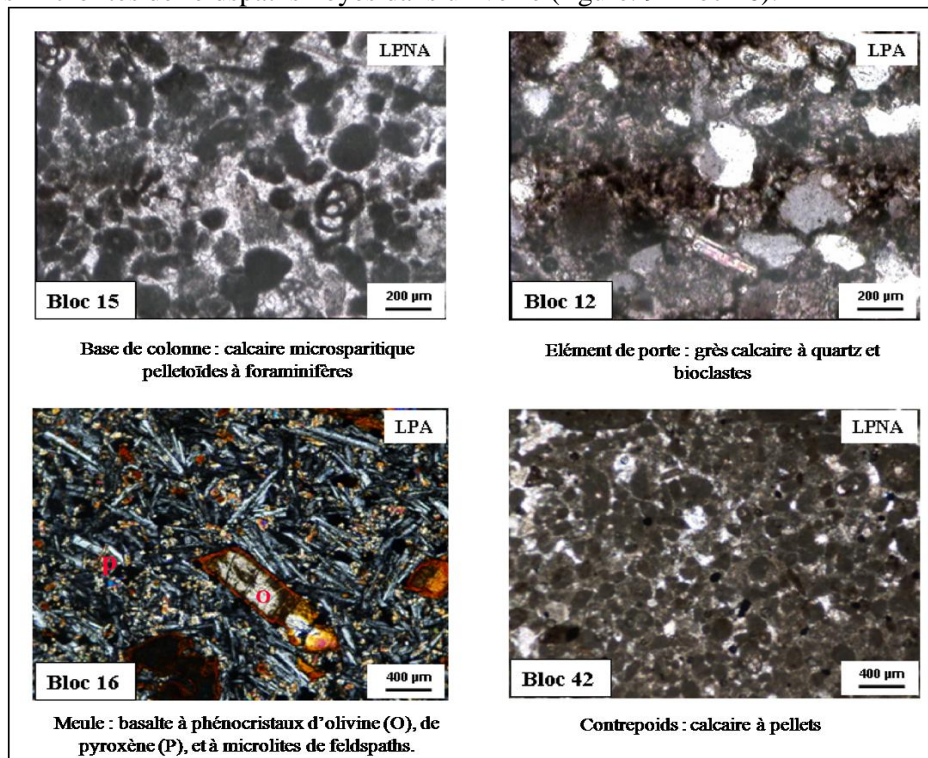


Figure 9 : Exemples de microfaciès des éléments architectoniques.

3.2. Les matériaux de construction

Dans la zone fouillée, correspondant à une Domus d'époque romaine, les murs sont construits en pierres et plus discrètement en briques cuites. Leur élévation est majoritairement en terre crue. Les pierres de construction sont formées essentiellement de moellons de forme et de taille variables et de blocs taillés. En revanche, à l'extrémité occidentale du site, les constructions antiques de l'époque maurétanienne sont exclusivement en adobe de terre crue.

3.2.1. Les blocs et moellons

Les pierres du site Rirha présentent au moins une dizaine de faciès, dont le plus abondant est le calcaire qui présentent des faciès variés : calcaires gris fins, lumachelliques, lithoclastiques, bioclastiques, notamment à rostre de Bélemnite et à entroques (Figure. 10) ainsi que de rares blocs de dolomies. Les calcaires gris présentent des microfaciès oolithiques et/ou pelletoides (figure. 11.2 et 11.4) et micritiques. Les roches détritiques sont représentées par des conglomérats, des microconglomérats, des grès (figure. 12) et des quartzites. Le grès calcaire, notamment à Foraminifères et calcarénitique (figure. 13) est le faciès détritique dominant. Les faciès de type gypse et basalte sont très peu représentés.

Les faciès carbonatés représentent la majorité des pierres de construction (50%) suivis des grès (45%). Les autres faciès sont faiblement représentés. Signalons que les briques cuites sont aussi utilisées dans les murs.

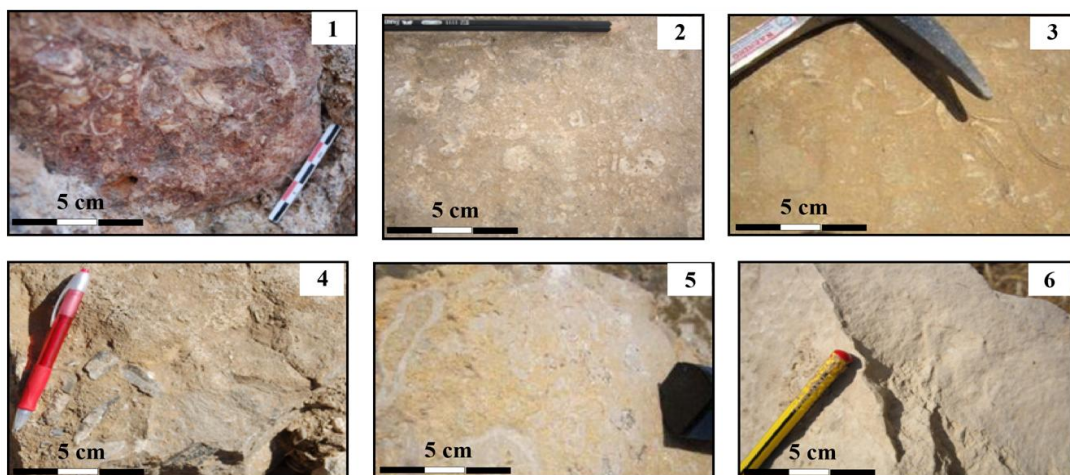


Figure 10 : Exemples de macrofaciès des moellons calcaires du site Rirha. (1) calcaire lumachellique, (2) calcaire à entroque, (3) calcaire bioclastique, (4) calcaire à rostre de Bélemnite, (5) calcaire lithoclastique, (6) calcaire gris fin.

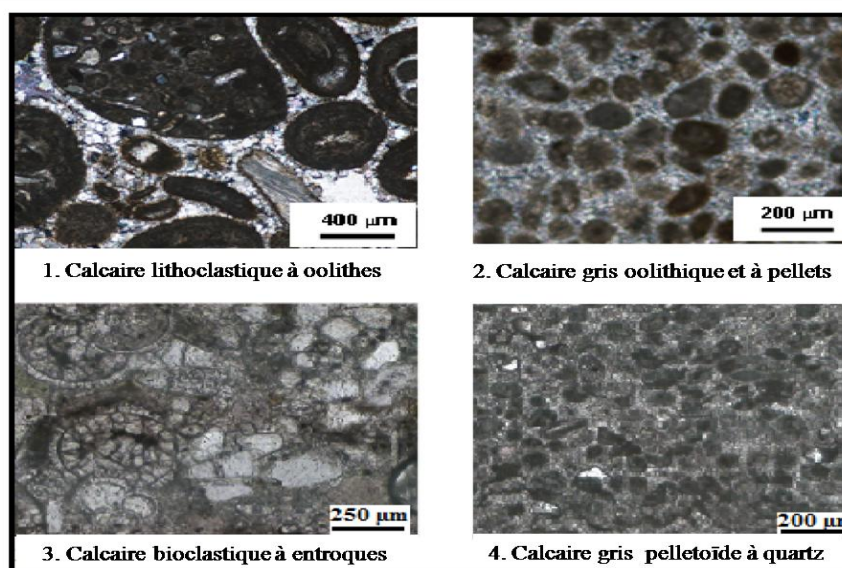
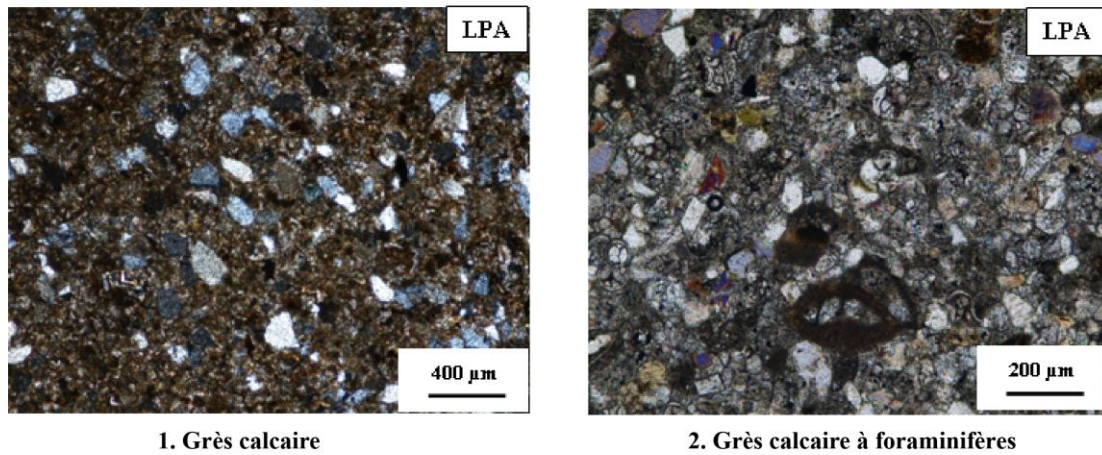


Figure 11 : Exemples de microfaciès des moellons calcaires.



Figure 12 : Exemples de macrofaciès des moellons détritiques. (1) microconglomérat, (2) conglomérat, (3) grès fin.



1. Grès calcaire

2. Grès calcaire à foraminifères

Figure 13 : Exemples de microfaciès des moellons détritiques.

La cartographie des faciès des murs permet d'apprécier l'utilisation des moellons et leur répartition spatiale et temporelle. Ainsi le mur 1070 (2.5 m x 3 m), situé dans la pièce souterraine X et au sud de la pièce XVIII (figure. 5 et 14), présente les faciès suivants : grès (50%), calcaires (45 %), conglomérat (4%) et gypse et basaltes (1%). Cependant, la moitié inférieure de la muraille est dominée par les calcaires, alors que la moitié supérieure par les grès, avec des blocs de taille plus grande (figure.14). Le mortier de revêtement du mur est encore mieux présent dans sa moitié inférieure.

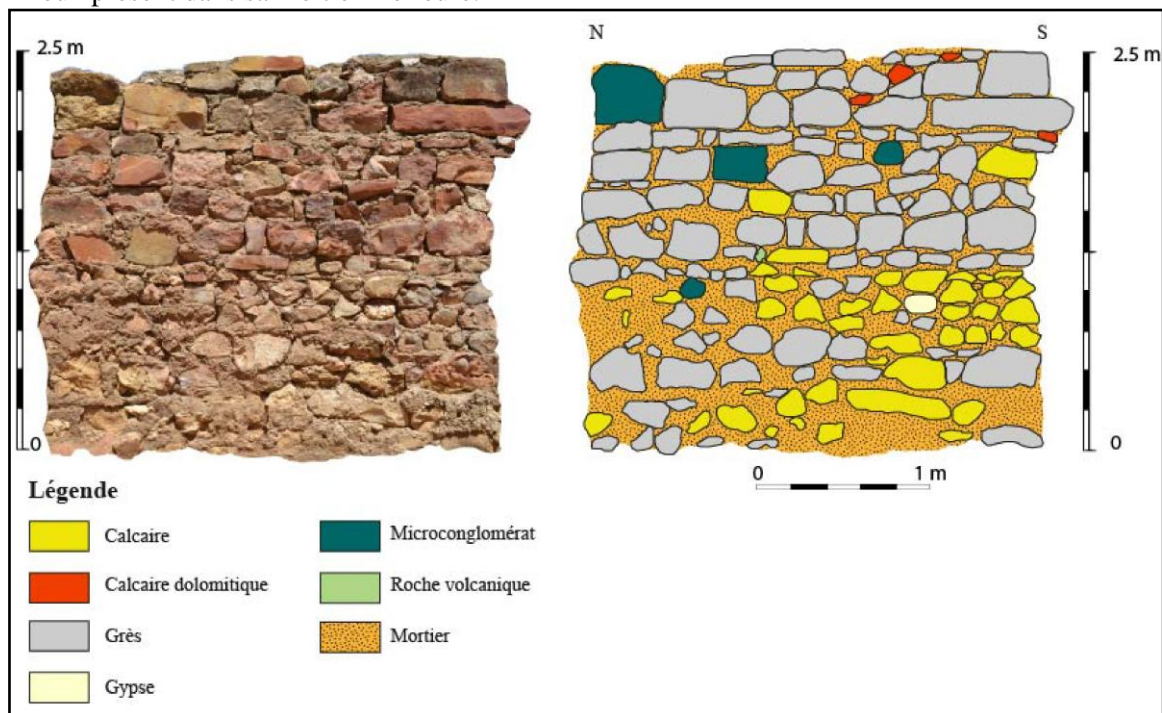


Figure 14 : Cartographie des moellons du mur 1070 de la pièce X de l'Ensemble 1.

3.2.2. Les briques en terre

Les briques en terre crue se rencontrent dans les niveaux maurétaniens et romains mais les briques en terre cuite caractérisent les constructions de l'époque romaine.

Briques en terre crue

Les murs de la période maurétanienne sont exclusivement en briques crues moulées. Ils sont posés le plus souvent sur une couche stable constituée de matériaux de destruction d'une structure en brique antérieure. Plusieurs formats de brique existent sans que l'on puisse définir pour l'instant si un modèle domine l'autre. Les modèles rectangulaires de grandes dimensions (33 x 43, 32 x 50-52, 26-37 x 53 cm) sont utilisés en boutisse parpaing et d'autres plus petits, parfois proches du carré, sont disposés sur deux rangées en boutisse ou en panneresse selon les assises (30 x 37, 29 x 34, 34 x 38 cm). Les briques sont séparées par un mortier de terre argilo-limoneuse plus sombre que les briques (figure. 6 et 15).



Figure 15 : Exemple d'élévation en brique crue de l'époque maurétanienne du secteur Tell (MR 5243, espace 17).

Les briques sont formées d'une terre argilo-limoneuse. Leur texture est fine (figure. 16B) et graveleuse à grumeaux avec des agrégats de terres centimétriques plus ou moins consolidés (figure. 16A).

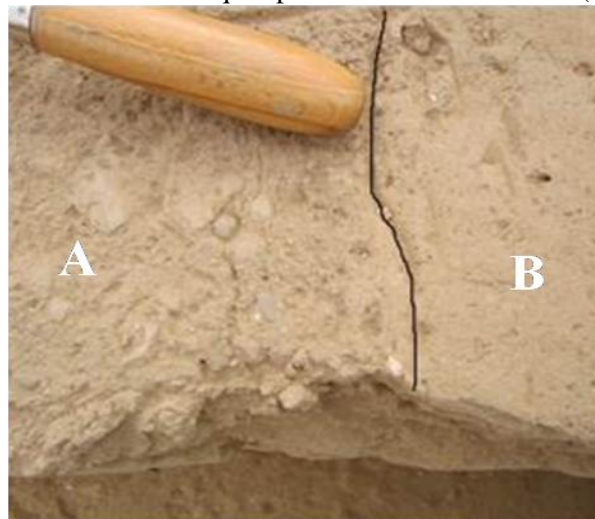


Figure 16 : Briques maurétaniennes en terre crue à grumeaux (A) et limono-argileuse (B) (mur MR5172, espace 22).

L'adobe à texture fine est caractérisée par une matrice argilo-silteuse et sableuse riche en petites paillettes de mica. Les éléments figurés sont dominés par des grains de quartz généralement anguleux, des feldspaths plagioclases, des oxydes, des Foraminifères, des pyroxènes, des fragments de calcaire fin et de grès à ciment micacé. Les éléments grossiers ont une taille de sables très grossiers avec un pourcentage de 50% par rapport à la matrice (figure. 17A).

L'adobe à grumeaux présente aussi une matrice argilo-silteuse à sableuse. Les éléments figurés sont représentés par des grains du quartz en grande quantité d'une forme généralement anguleuse et parfois arrondie, des feldspaths plagioclases, de la calcite, des pyroxènes, des fragments de calcaire fin, des oxydes, des Foraminifères, des fragments de quartzite et de grès à ciment ferrugineux et micacé. Les éléments grossiers ont une taille maximale de sables très grossiers avec un pourcentage de 50% par rapport à la matrice (figure. 17B).

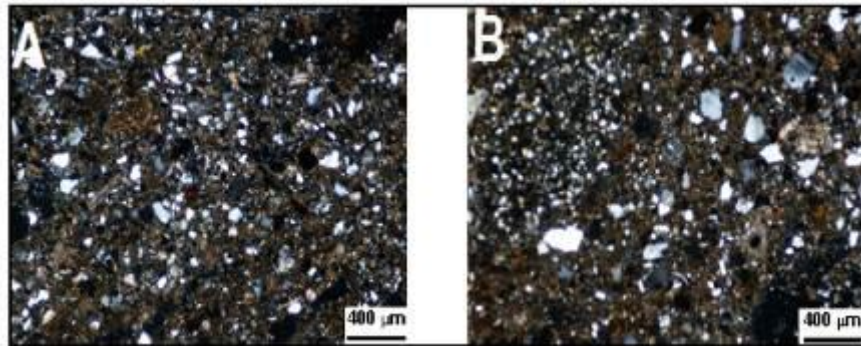


Figure 17 : Microfaciès d'une brique en terre crue du mur MR5172) :

A – brique à texture fine, B- brique à texture à grumeaux.

La phase argileuse dans ce type de matériaux est composée par ordre d'importance, d'illite, de kaolinite, de chlorite et de smectite (figure. 18).

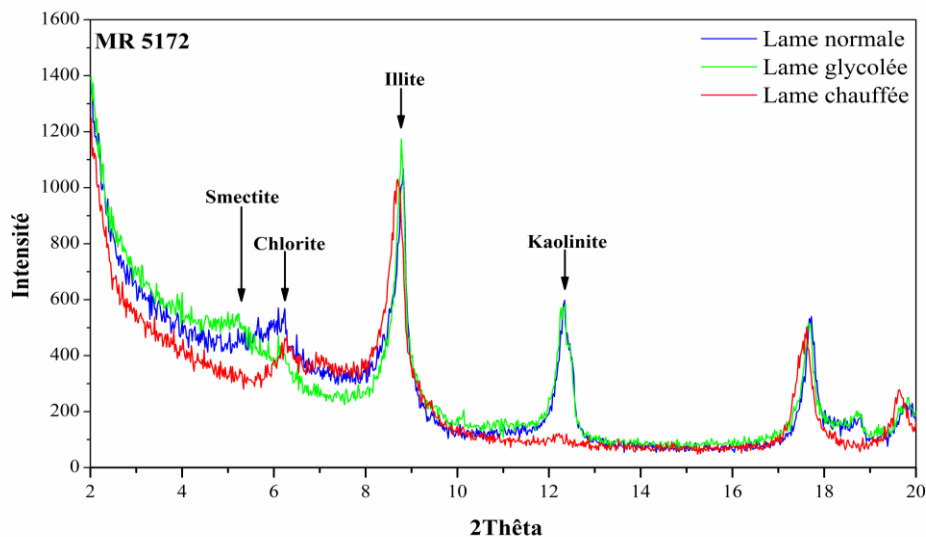


Figure 18 : Exemple de spectres de rayons X des argiles de la brique crue (MR 5172).

Les briques de terre cuite

Les briques de terre cuite sont utilisées pour les montants de certaines portes et fenêtres des constructions de l'époque romaine (figure. 19A). Elles sont aussi utilisées comme moellons dans certains murs. Elles ont des formes rectangulaires avec une longueur allant de 20.5 à 29 cm et une largeur de 20 à 25 cm. L'épaisseur est généralement de 5 cm sauf pour les briques des voûtes (figure. 19B) où elle est de 4.5 cm d'un côté et de 5.5 cm de l'autre côté.

Les briques sont de couleur brun rouge à rosâtre, plus ou moins dures, et présentent à l'oeil nu une texture fine et une structure homogène. Le micro-faciès possède une matrice aluminosilicatée avec des éléments de sable fin et de limon de nature variable dominés par les grains de quartz.

La pâte est rouge à muscovite et à grains de quartz de taille silteuse. Certaines briques comportent, en plus, une fraction grossière qui représente 5 % environ de la roche (figure. 20). Les grains sont anguleux et riches en quartz en plus des feldspaths, des paillettes de muscovite, de fragments de calcédoine, de quartzites, de siltites ferrugineuses, de schistes à muscovite, des pyroxènes diopsides, des oxydes de fer, de rares Foraminifères et des bioclastes calcinés par la chaleur.

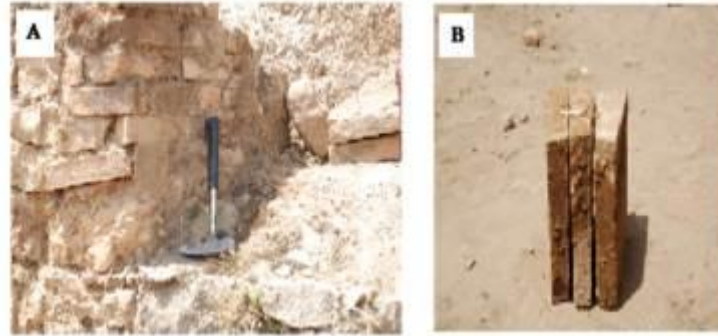


Figure 19 : Briques cuites d'une fenêtre (A) et des voûtes (B)

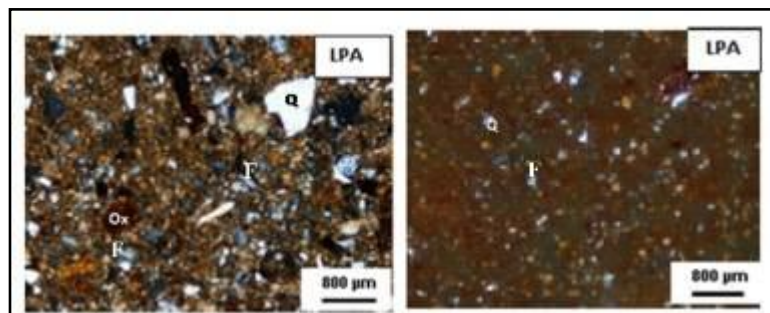


Figure 20 : Exemple de microfaciès des briques en terre cuite : Q : quartz, Ox : oxyde, F : feldspath.

3.2.3. Les mortiers

Dans les structures de l'époque romaine, des mortiers sont utilisés pour assembler les moellons (mortier de hourdage) et pour les enduire. L'enduit est stratifié et comporte en général une couche d'accrochage de 1 à 2 cm d'épaisseur qui supporte un enduit de finition de chaux de 3 mm maximum sur lequel est appliqué un badigeon blanc. Certains murs comportent deux à trois couches d'application (figure. 21) dont on distingue deux types principaux de mortier :

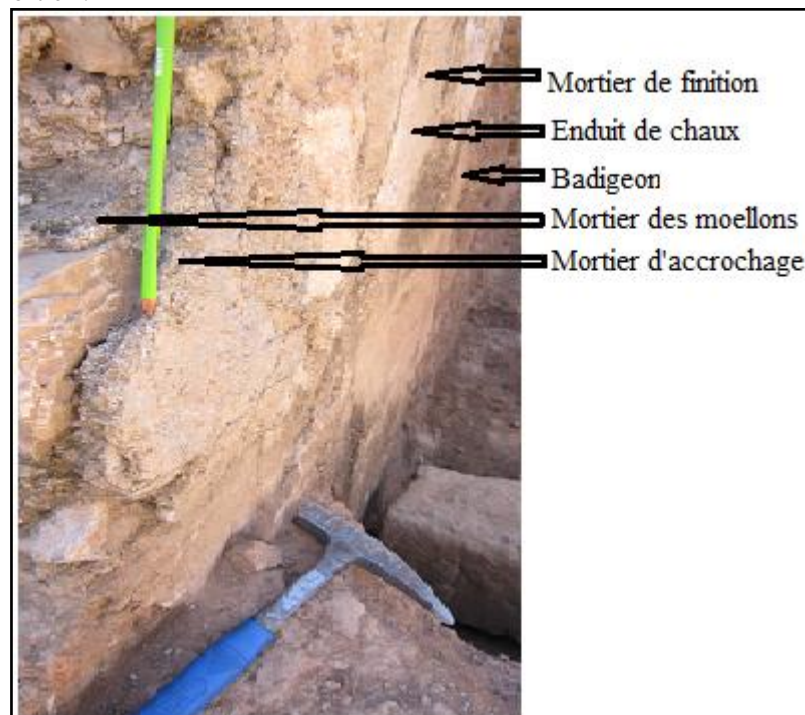


Figure 21 : Mortiers de la muraille 1070 de la pièce X de l'Ensemble 1.

- Un mortier de chaux à éléments de roches variées et de taille allant des graviers aux silts (figure. 22-1) et dont la majorité des grains a une taille de graviers de forme généralement émoussée. Ces éléments représentent 80% du mortier. Ils sont composés de quartz, de silex, de fragments de quartzite, de siltites, de grès à ciment ferrugineux, de calcaire fin, de schistes quartzeux à muscovite, de plagioclases, de coquilles de petits gastéropodes continentaux et d'oxydes de fer. Des fragments de tuileau, de roches magmatiques et de ratés de cuisson sont aussi présents dans des proportions inférieures à 15 % (figure. 22-2).

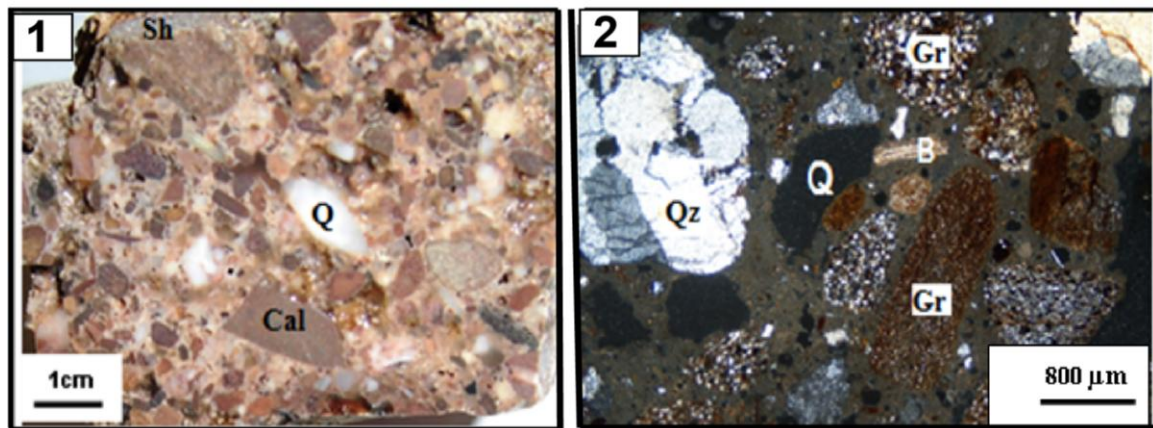


Figure 22 : Macro-échantillon du mortier d'accrochage. (1) section polie et (2) microfaciès du mortier (Qz : quartzite, Q quartz, Gr : grès, B : bioclaste).

- Un mortier de chaux à éléments dominés par les fragments de tuileau couvert par un enduit de chaux. Ce type de mortier est utilisé pour le recouvrement des murs des salles des Thermes. Le mortier de recouvrement du mur de la salle 2 des termes (figure. 23-1 et 23-2) est formé d'une chaux microsparitique mélangée avec des fragments de tuileau de nature et de forme variable. Les fragments de tuileau ont des tailles très variables allant de la taille de graviers (1.5 cm maximum) jusqu'à la taille des silts de forme généralement anguleuse (figure. 23-3). Ces fragments représentent plus de 80 % des éléments figurés et 60 % de la roche. On rencontre aussi des éléments de taille sablo-limoneuse formés essentiellement de quartz, de quartzite, de calcédoine, de pyroxène, de bioclastes, de fragments de calcaire et de grès micacés (figure. 23-4).

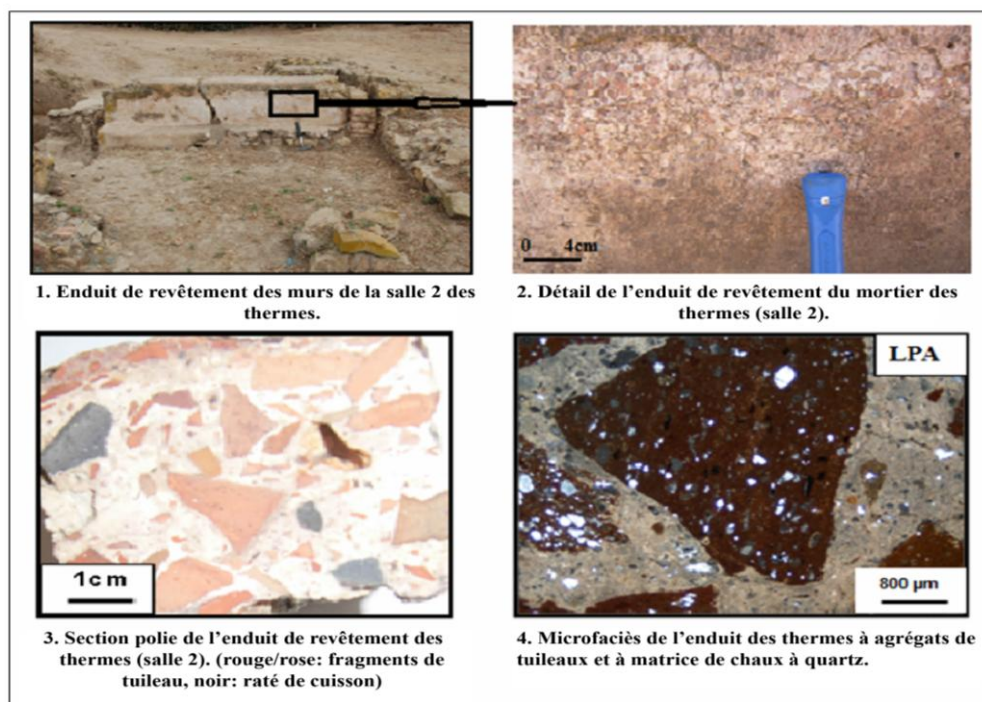


Figure 23 : Mortier de tuileaux du mur nord de la salle 2 des Thermes.

3.3. La mosaïque

La mosaïque qui tapisse le sol du Péristyle de l'Ensemble 1 (figure. 3 et 5) est une mosaïque blanche à losanges de couleur gris-bleu d'une vingtaine de cm d'arrête. D'autres motifs sont de formes rectangulaire et losangique plein de couleur gris bleu parfois encadré par des bandes rouges (figure. 7-1). Trois types de tesselles en pierre polie sont mis en œuvre dans ces mosaïques : blanc, gris-bleu et rouge (figure. 7-2) de forme généralement rectangulaire de 1 cm de largeur et 2 cm de longueur. Ces tesselles sont assemblées par un mortier blanc à granulats de taille sableuse et graveleuse (figure. 7-3).

La tesselle blanche se présente, en surface polie, comme un assemblage de sphérules blanches avec des vides inter-granulaires (Figure. 24). En lame mince, elle montre un faciès oolithique à ciment sparitique et à structure plus ou moins jointive. Il s'agit donc d'un calcaire oolithique blanc (figure. 25-1).

La tesselle gris-bleue porte de minuscules taches blanches (Figure. 24). Au microscope optique, il s'agit d'un faciès de calcite microcristalline (microsparite) à feldspaths plagioclases de direction variable et de taille pouvant atteindre 450 μm de longueur (figure. 25-2). Ces feldspaths sont disséminés dans la calcite et représentent 10% environ de la roche, apparaissant sous forme de petites taches blanches à l'œil nu. La tesselle gris-bleue est donc un calcaire microcristallin à feldspaths.

La tesselle rouge a une texture très fine tachetée en blanc (figure. 24). En lame mince, elle montre un faciès détritique quartzeux à ciment carbonaté riche en oxydes de fer qui sont responsables de la couleur rouge (figure. 25-3). Il s'agit là d'un grès très fin ferrifère.

Ces tesselles sont assemblées par un mortier de chaux blanche et d'agrégats de quartz blanc, de fragments de céramique rouge, de calcaire et de grès dont la taille peut atteindre 4 mm (figure. 7-3). En lame mince, on reconnaît aussi des agrégats de quartzite et de grès quartzeux fin (figure. 25-4). Les agrégats forment entre 50 à 75 % du mortier.

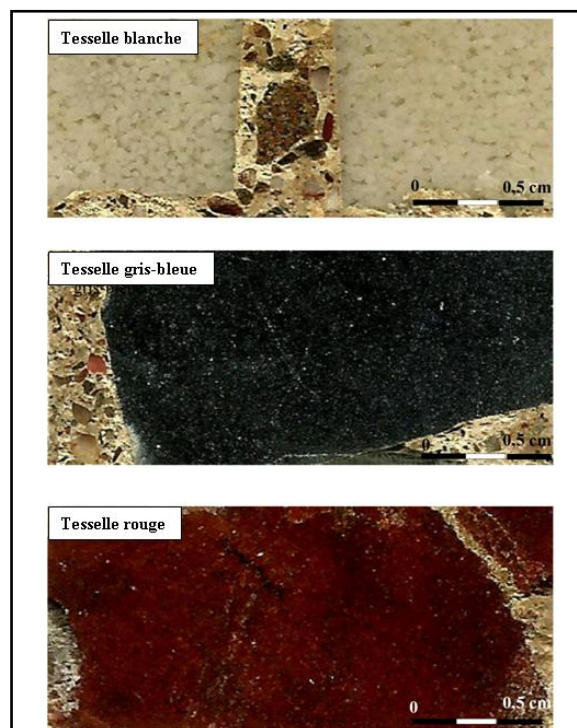


Figure 24 : Macrofaciès des tesselles de la mosaïque du Péristyle de l'Ensemble 1.

3. 4. Matériaux géologiques

3.4.1 Les sédiments fluviaux

De point de vue pétrographique, les modelages expérimentaux préparés au laboratoire à partir des sédiments fluviaux montrent (figure. 26) une taille des grains qui varie des argiles aux sables grossiers. Les grains fins ont généralement une forme anguleuse et les grossiers une forme émoussée. La fraction fine est riche en grains de quartz en plus, de feldspaths plagioclases, de pyroxène et d'amphibole, des paillettes de mica et des fragments de roches dominés par des quartzites, des grés-pélites et par des fragments de calcaires et de bioclastes.

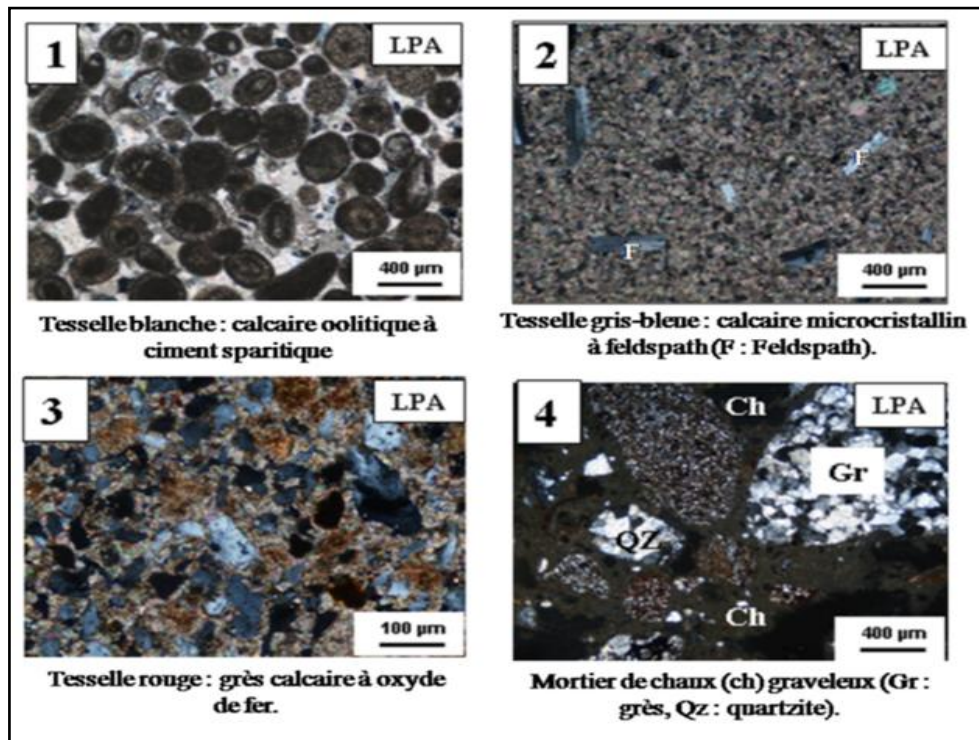


Figure 25 : Microfaciès des tesselles et du mortier de la mosaïque du Péristyle de l'Ensemble 1.

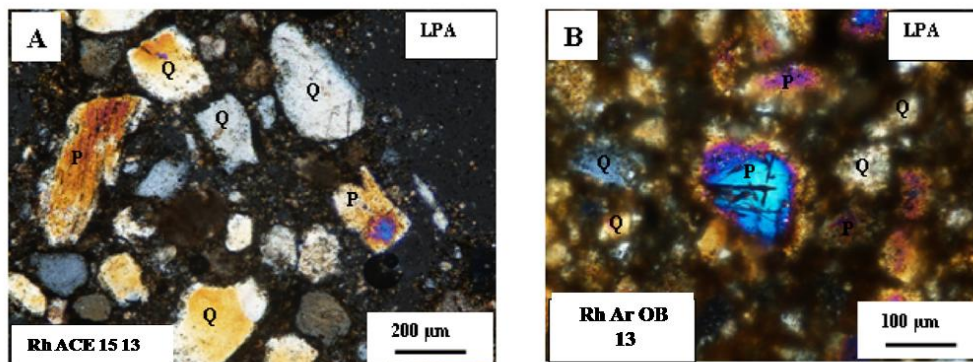


Figure 26 : Microfaciès des sédiments fluviaux d'oued Beht. (A) terrasse fluviale ancienne et (B) Terrasse fluviale actuelle (Q : quartz, P : pyroxène).

Les argiles des sédiments des terrasses fluviales d'oued Beht sont dominées par l'illite en plus de la kaolinite. La chlorite et les smectites sont faiblement représentées (figure. 27).

L'association argileuse ainsi que la nature des dégraissants des terrasses fluviales anciennes et actuelles d'oued Beht rappellent celles de l'adobe, montrant ainsi l'origine locale des matériaux des briques.

3.4.2 Les terrains géologiques

Les terrains susceptibles de fournir les matériaux de construction au site rirha, se rencontrent dans les rides pré-rifaines qui surplombent la plaine du Gharb à l'est et au sud de Rirha.

Cette plaine est un bassin subsident, comblé par des alluvions et des colluvions quaternaires apportés par les rivières de Sebou et Beht et ses affluents. Elle est dominée, au sud, par les reliefs des rides pré-rifaines à formations jurassiques et miocènes (figure. 8). Ces reliefs sont formés essentiellement de deux niveaux durs : calcaires du Lias moyen (Domérien) à la base et molasses miocènes (Burdigalien) au sommet, qui enserment une série de couches généralement tendres de marnes du Lias supérieur, de marnes et calcaires gréseux du Jurassique, de marnes et marno-calcaires du Crétacé. Les couches dures sont représentées par les calcaires gréseux du Nummulitique et les calcaires aquitaniens [19]

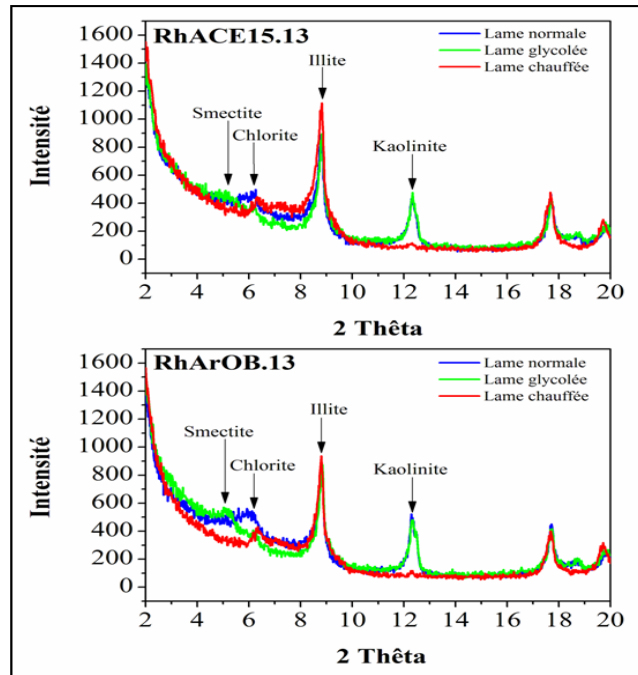


Figure 27 : Spectre de rayons X des argiles des sédiments terrasses fluviales anciennes (RhACE15.13) et actuelle (RhArOB.13).

l'étude pétrographique réalisée sur des échantillons collectés dans les formations des rides pré-rifaines avoisinantes a permis de mettre en évidence les lithofaciès suivants (figure. 28) :

- Calcaire micritique, oolithique, peltoïde, gréseux et bioclastique plus ou moins riche en bioclastes (Bélemnites, Lamellibranches, Foraminifères, Echinodermes, Algues ;...) ;
- Microconglomérat siliceux ;
- Grès calcaire (molasse) et calcarénites ;
- Les basaltes, absents dans la région, rappellent ceux rencontrés dans le Moyen Atlas ;
- Les lumachelles seraient d'origine littorale où se rencontrent les faciès similaires.

La comparaison des pierres de construction avec celles des reliefs avoisinants et la présence des fossiles d'âge jurassique (Bélemnites et Foraminifères) montrent une grande similitude entre eux, attestant une filiation entre les affleurements des rides pré-rifaines et le site. Les grès ont vraisemblablement été fournis par les formations détritiques d'âge miocène supérieur et les calcaires peuvent provenir en majorité des formations carbonatées du Jurassique inférieur et moyen.

4. Discussion et conclusions

Le site antique de Rirha a connu deux phases architecturales principales : (1) une phase de construction de l'époque maurétanienne exclusivement en terre crue dont l'adobe est confectionné à partir des matériaux locaux fluviaux (2) une phase de construction de l'époque romaine employant la pierre, associée à de la terre crue et de la terre cuite. Les pierres sont utilisées comme moellons, blocs taillés, objets architectoniques (meules, colonne, contrepoids, chapiteaux,...) et mosaïque. Ces pierres sont soit des calcaires (oolithiques, bioclastiques, peltoïdes, gréseux...) soit des roches détritiques (grès, calcarénites, microconglomérats, mollasses et quartzites). La majorité des pierres provient des rides pré-rifaines avoisinantes. Il faut noter que le faciès de certains objets archéologiques taillés en calcaire gris fin, notamment les chapiteaux, pétrin, maie, base de colonne et le contrepoids rappelle ceux rencontrés sur le site et les carrières antiques de Volubilis [20], site situé à une centaine de kilomètres à l'est de Rirha.

Les matériaux fins friables locaux susceptibles d'être utilisés pour la confection des briques en terre crue et des briques cuites sont les sédiments fluviaux des terrasses anciennes de la rivière proche. Les briques en terre cuite présentent des géodes calciques indiquant des températures de cuisson situées entre 800 et 900 °C [21], et la présence de muscovite traduit une température de 700 °C environ.

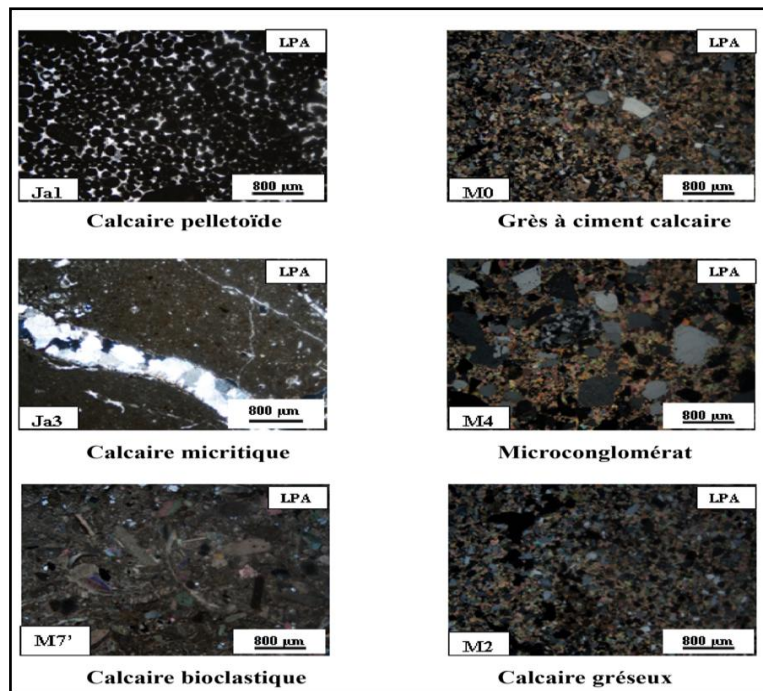


Figure 28 : Exemple de lithofaciès des formations jurassiques et miocènes de Jbel Bou Draa et de Moulay Yakoub Lhamma (Ja1 et Ja2 : faciès d'âge Jurassique et M0, M2, M4 et M7 : faciès d'âge Miocène).

Des mortiers sont utilisés pour l'assemblage des moellons et le recouvrement des murailles. Le mortier de hourdage est composé d'un mélange de chaux et d'agrégats qui améliorent la compacité et par la suite la résistance des mortiers [22]. L'agrégat du mortier de l'enduit d'accrochage des pièces est sablo-graveleux de composition variée, tamisé et d'origine fluviatile, alors que celui du mortier de l'enduit des Thermes est composé de fragments graveleux de tuileaux broyés et tamisés et de sables fins quartzeux. Le mortier des Thermes est riche en fragments de tuileaux utilisés probablement pour jouer un rôle réfractaire. La taille graveleuse et la forme anguleuse des tuileaux montrent qu'ils ont été broyés et tamisés.

Le granulat est primordial pour la fabrication d'un liant architectural à base de chaux. Un sable quartzeux, ou n'importe quel autre sable inerte (n'ayant pas ou quasiment pas d'interactions chimiques avec la matrice), mélangé avec la chaux, permet de neutraliser le retrait (la contraction lors de la carbonatation), d'assurer une porosité effective au mortier et de lui donner une résistance mécanique acceptable [23]. Son rôle de charge permet aussi, par l'apport de son volume, d'économiser sur l'emploi de la chaux. Dans notre cas, le granulat occupe les 2/3 du mortier et correspond à l'une des recettes préconisées par Vitruve pour la confection des mortiers [24]. La forme émoussée des agrégats, leur nature variée et la présence de petites coquilles de gastéropodes continentaux qui rappellent ceux rencontrés dans les sédiments fluviatiles laissent à penser qu'ils ont été tamisés à partir de ces derniers.

La mosaïque du péristyle est constituée de tesselles calcaires gris-bleue microcristallin à feldspaths, de grès fin rouge et de calcaire oolithique blanc. Ces éléments sont assemblés par un mortier graveleux de chaux différent des mortiers utilisés dans les constructions. Les faciès des tesselles de la mosaïque ne sont pas rencontrés jusqu'à présent dans les reliefs des rides pré-rifaines, Elles seraient d'origines lointaines. Des analyses isotopiques pourraient apporter des éclaircissements à ce sujet.

Remerciements-Les auteurs tiennent à remercier Madame Claire-Anne de Chazelles co-directrice de la mission archéologique de Rirha pour avoir contribué à la réalisation de ce travail. Ils remercient également Madame Séverine Sanz, topographe, et à Monsieur Mohamed Alilou, dessinateur, de la mission Rirha pour avoir fourni les plans du site.

Références

1. Chatelain L., Le Maroc des Romains, Paris, (1994).
2. Girard S., L'établissement préislamique de Rirha (plaine du Gharb, Maroc), histoire et archéologie de l'Afrique du Nord. IIème Colloque international (Grenoble 1983), BCTH, 19B (1985) 87-107.

3. Euzennat M., Le limes de Tingitane. La frontière méridionale. Etudes d'Antiquités Africaines, Paris, (1989).
4. Akerraz A., Brouquier V., Coltelloni M., Lenoir E., Lenoir M., Napoli J., Oumlil A., Rebuffat R., Recherches sur le bassin du Sebou I. Gilda, *Bulletin d'archéologie marocaine*, 16 (1985-1986) 235-257.
5. Limane H., Rebuffat R., Nouvelles découvertes dans le bassin du Sebou. Voie romaine et système de surveillance militaire sur la carte d'Arbaoua. Annexe 1, Gilda, Actes du VIème colloque international «Afrique du Nord antique et médiévale» (Pau, 1993), Paris, (1995) 315-320.
6. Callegarin L., Kbir Alaoui M., Ichkhakh A., Roux J.-Cl., Le site antique et médiéval de Rirha (Sidi Slimane, Maroc). *Les Nouvelles de l'archéologie*, 124 (2b) (2011) 25-29.
7. Carte topographique de Sidi Slimane au 1/50000. Direction de la Conservation Foncière et des Travaux Topographiques, division de la carte- Rabat (1954), Feuille NI-30-XIII-IC.
8. Comesa C., Callegarin L., Kbir Alaoui M., Thiriot J., Fili A., Ichkhakh A., Première approche de l'implantation islamique à Rirha (Sidi Slimane). *Bulletin d'archéologie marocaine*, 22 (2012).
9. Mathieu V., Etude des blocs sculptés (2013) 132-142. In de Chazelle C.A., Recherches archéologiques de la mission Rirha à Sidi Slimane (Maroc). Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Rabat, Maroc). Rapport inédit, (2013) pp 178.
10. Chatelain L., Rapport sur les fouilles de Volubilis, BCTH, (1920) XVI-LXIX.
11. Chatelain L., Note sur les fouilles de Volubilis, CRAI, (1929) 258-263.
12. Euzennat M., Rapport sur les fouilles de Volubilis, BCTH, (1955) 259-272.
13. Akerraz A., Brouquier-Reddé V., Coltelloni-Trannoy M., Lenoir E., Lenoir M., Napoli J., Oumlil A., Rebuffat R., Recherches sur le bassin du Sebou. I-Gilda, *Bulletin d'archéologie marocaine*, 16 (1985-1986) 235-257.
14. Akerraz A., Lenoir E., Volubilis et son territoire au Ier siècle de notre ère, l'Afrique dans l'Occident Romain, Actes du Colloque organisé par l'Ecole française de Rome sous le patronage de l'Institut national d'archéologie et d'art de Tunis (Rome, 3-5 décembre 1987), *Collection de l'Ecole française de Rome*, 134 (1990) 213-229.
15. Ichkhakh A., Leclercq S., Pineau J.-B., Mathieu V., Roux J.-C., Sanz S., L'Ensemble 1: la domus, le balnéaire, l'huilerie (2013). In de Chazelles C.A., Recherches archéologiques de la mission Rirha à Sidi Slimane (Maroc). Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Rabat, Maroc). Rapport inédit, (2013) 178.
16. De Chazelles C.A., Kbir Alaoui M., Roux J.-C., Alilou M., Bahri N., Lemcharaa N., Sanz S., L'ensemble 5 : la zone du Tell (2013). In de Chazelles C.-A., Recherches archéologiques de la mission Rirha à Sidi Slimane (Maroc). Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Rabat, Maroc). Rapport inédit, (2013) 178.
17. Fallot P., Carte géologique du Maroc au 1/500000, feuille de Rabat. Note et Mémoire de service de la Géologie, 70 (1954).
18. Holtzapffel T., Minéraux argileux: préparation, analyse diffractométrique et détermination. *Geological Society of North*, 12 (1985) 136.
19. Dresch J., La région pré-rifaine, essai de morphologie. *Annales de Géographie*, 220 (39) (1930) 395-415.
20. Dessandier D., de Fabrizio A.I., Bouzidi R., Bromblet Ph., El Rhoddani M., Kamel S., Lazzarini L., Leroux L., Vallet J.M., Varti-Matarangas M., Guide des pierres du site antique de Volubilis (Maroc), Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc, (2010).
21. Courtois L.Ch., Velde B., Aupert P., Techniques de la céramique et de la verrerie amathousiennes: *Bulletin de correspondance hellénique*, 103 (2) (1979) 750-755.
22. Benchaa B., Lakhdar A., El-hadj Kadri A., Belaidi S.E., Soualhi H., Propriétés physico-mécaniques et durabilité des mortiers à base du sable de dunes, XXXe Rencontres AUGC-IBPSA Chambéry, Savoie, 6 au 8 juin, 11 (2012).
23. Goins E., A new protocol for the analysis of historic cementitious materials: interim report. In Batros P., Groot C., Hughes J.J., Historic mortars: characteristics and tests. Proceedings (PRO12) of the International RILEM Workshop, Paisley (Scotland). May, (2000) 71-79.
24. Adam J.P., La construction romaine: matériaux et techniques. 3ème édition. Grands manuels Picard, éditions A. et J. Picard, (1995) 367.

(2016) ; <http://www.jmaterenvironsci.com>